东北黑土地保护利用取得的主要成绩、面临挑战与对策建议

韩晓增[1]　邹文秀[1*]　杨 帆[2]

1 中国科学院东北地理与农业生态研究所 哈尔滨 150081

2 农业农村部耕地质量监测保护中心 北京 100125

摘要　经过各地多部门采取有效措施、积极推进，东北黑土地保护利用取得了显著成效。目前，东北黑土地保护利用已经上升到国家战略，被纳入相关国家规划或纲要中，科学研究取得了重大进展。通过实施东北黑土地保护利用试点项目，黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区已经将黑土地保护利用纳入重要工作日程，因地制宜、分区域制定了黑土地保护利用措施，建立了“梨树模式”和“龙江模式”；黑土地6个土壤类型耕地地力得到提高，黑土地保护利用工作达到预定目标，社会和民众参与意识明显提升。此外，各级政府通过不断完善相关条例规范，实现黑土地保护利用有章可循，下一步逐步完善国家层面相关法规制度，让黑土地保护利用有法可依。然而，东北黑土地保护利用仍然面临着现有耕作方式能否保持住黑土层厚度、浅薄层黑土能否通过技术创新恢复至中厚层黑土、如何通过低成本投入实现白浆土障碍消减与培肥、黑土区可容忍的风蚀和水蚀量是多少等一系列问题。在未来的工作中，应该加强顶层设计，充分发挥《东北黑土地保护规划纲要（2017—2030年）》和《国家黑土地保护工程实施方案（2021—2025年）》对东北黑土地保护利用的指导作用，在北纬45°以北的黑土带上建立大于4×10^4 km^2黑土地保护区，实现中厚层黑土的永续利用；集中力量破解浅薄层黑土耕地地力提升与粮食产能高效的肥沃耕层构建技术瓶颈；建立以长坡为研究对象的水土流失长期观测场，重点攻关坡耕地区域内系统降能排水技术和沟蚀控制技术；设立土壤风蚀监测站点，形成监测网络，进行实时观测，为制定防风蚀技术对策提供重要参考。

关键词　黑土地保护工程，黑土层保育，肥沃耕层构建，控蚀增肥，梨树模式，龙江模式

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20210804002

黑土地是世界上最肥沃的耕作土壤之一，但其开垦初期“投入少产出多”的现象导致人们误以为黑土地可以在无保护的状态下持续稳定地生产粮食。然而，长期用养失调导致黑土地退化[1]，粮食生产对

*通信作者

资助项目：中国科学院战略性先导科技专项（A类）（XDA28070000）
修改稿收到日期：2021年9月23日

化肥的依赖越来越严重，尤其是黑土地对旱涝调节能力下降，导致粮食产量总产不高、单产不稳。人们逐渐认识到，黑土地是一个类生物体，需要不断进行培育，实行用养结合才能持续地为粮食生产提供保障。

我国东北黑土地分布区行政辖区主要包括黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区东部的部分地区，耕地面积 5.38 亿亩[2]，占全国耕地总面积的 26.6%；东北黑土区粮食产量占全国的 1/4，商品量占全国的 1/4，调出量占全国的 1/3[3]，是我国粮食安全的“压舱石”。2017 年，农业部、国家发展和改革委员会、财政部、国土资源部、环境保护部和水利部联合印发了《东北黑土地保护规划纲要（2017—2030 年）》（以下简称《规划纲要》）。《规划纲要》提到东北典型黑土区耕地面积约 2.78 亿亩；其中，到 2030 年实施黑土地保护面积为 2.5 亿亩（黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古分别为 1.48 亿亩、0.62 亿亩、0.19 亿亩和 0.21 亿亩）；到 2030 年东北黑土区耕地土壤有机质含量平均达到 32 g/kg，提高 2 g/kg 以上（其中辽河平原平均达到 20 g/kg，提高 3 g/kg 以上）。为协同实现黑土地保护、粮食产能提升和农民增收的三重目标，2016—2020 年习近平总书记先后 4 次指示要把黑土地利用好、保护好，黑土地保护利用已经上升到国家战略层面。

1 东北黑土地保护利用实践与成效

1.1 政策保证

“十三五”期间我国黑土地保护利用相关行动计划所取得的成就，为全球耕地保护利用提供了有益的参考答案，为国际社会寻求解决黑土地保护、粮食产能提升和农民增收的协同实现提供了示范模式。2015 年农业部就启动了第一批《东北黑土地保护利用试点项目》，以黑土地存在的问题为导向，在东北三省和内蒙古自治区选择了不同生态类型区的 17 个黑土耕地大县（市、区），连续 3 年开展黑土地保护利用试点；试点总面积 170 万亩，占应保护面积的 0.68%，取得了显著效果。2018 年为进一步推进东北黑土地保护利用工作，农业农村部实施了第二批《东北黑土地保护利用试点项目》，在不同生态区的6个黑土地耕地类型中选择了 32 个县（市、区、场），试点总面积 880 万亩，占应保护面积的 3.52%。试点面积的扩大推动了东北黑土地保护利用技术模式不断升级，黑土地集中连片经营模式持续增加，特别是全民保护黑土地的认知逐步提高。2020 年农业农村部、财政部印发了《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020—2025 年）》，部署在适宜区域应用保护性耕作，推进东北黑土地保护利用的发展；2021 年农业农村部联合国家发展和改革委员会、财政部、水利部、科学技术部、中国科学院、国家林业和草原局印发了《国家黑土地保护工程实施方案（2021—2025 年）》，在充分肯定过去 5 年黑土地利用成效的同时，提出要实现《规划纲要》确定的到 2030 年实施黑土耕地保护 2.5 亿亩的目标，还需要多措并举，持续推进，久久为功。

黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区政府将东北黑土地保护纳入了重要工作日程。

黑龙江省。2016 年黑龙江省人大常委会颁布了《黑龙江省耕地保护条例》，2017 年黑龙江省农业农村厅制定了《黑龙江省黑土地保护治理“十三五”规划》和《黑土地保护指导意见》，对黑土地保护进行了统筹规划和部署；2018 年黑龙江省农业农村厅实施了《黑龙江省黑土耕地保护三年行动计划（2018—2020 年）》，提出到 2020 年落实国家黑土地保护利用试点面积 420 万亩的目标；2018 年黑龙江省政府提出了黑土耕地保护 10 项技术措施，并成立了由省长担任组长的黑龙江省黑土耕地保护推进落实工作小组；2021 年黑龙江省政府组建了黑土地保护专家组，为全省黑土地保护利用工作提供技术支撑和决策支持。

吉林省。2018 年吉林省人大常委会颁布了全国首

个黑土地保护条例，即《吉林省黑土地保护条例》；2020年吉林省农业农村厅联合财政厅印发了《吉林省保护性耕作推进行动方案（2020—2025年）》，提出争取到2025年全省保护性耕作面积占全省适宜区域耕地面积的70%左右；2021年吉林省委、省政府出台了《关于全面加强黑土地保护的实施意见》，成立由省委书记和省长任双组长的吉林省黑土地保护工作领导小组，组建了吉林省黑土地保护专家委员会；2021年吉林省市场监管厅制定了《吉林省黑土地保护标准化发展路线图》，将黑土地保护与利用标准化纳入《吉林省标准化战略“十四五”规划》。

辽宁省。2006年辽宁省人民政府颁布了《辽宁省耕地质量保护办法》；辽宁省农业农村厅2020年印发了《辽宁省黑土地保护性耕作行动实施方案（2020—2025年）》，提出力争到2025年全省保护性耕作实施面积达到2 000万亩；2021年辽宁省人民政府发布了《辽宁省黑土地保护实施方案（2021—2025年）》。

内蒙古自治区。1998年内蒙古自治区人大常委会颁布了《内蒙古自治区耕地保养条例》；2020年内蒙古自治区农牧厅印发了《内蒙古自治区黑土地保护性耕作推进行动方案（2020—2025年）》，提出到2025年保护性耕作实施面积达到2 950万亩。

此外，中国科学院于2021年1月启动了中国科学院战略性先导科技专项（A类）“黑土地保护利用科技创新工程”，设置了6个攻关任务和7个示范区，并在东北开展“黑土粮仓”科技会战。在政府、科研人员和媒体积极宣传和引导下，黑土地保护工作积极向前推动并得到了全社会的认可。

1.2 黑土地保护利用模式集成

（1）梨树模式。2016年3月2日《农民日报》率先报道了黑土地保护利用的“梨树模式”；宋文芳和孟寒[4]于2016年11月在《让“梨树模式”走向世界》中介绍了自2007年开始，梨树县就率先探索“加快黑土地保护与利用”的发展道路，形成了独具特色的“梨树模式”。“梨树模式”指的是在东北地区采用秸秆全量覆盖、免耕播种等方式，达到保持土壤水分，防治土壤风蚀和水蚀，培肥地力，减少土壤耕作和节约成本等多种功效为一体的、环境友好的农业种植技术模式[5]。在梨树镇高家村的试验结果表明，梨树模式平均增产5%—10%；由于减少土壤耕作环节，每亩节约成本67—93元，还能减少农机动力15%—20%，降低能耗25%—30%[5,6]。与传统耕作模式相比，采用“梨树模式”平均可以减少径流量60%、减少土壤流失约80%，具有明显的防止水土流失和减少风蚀作用[6]。“梨树模式”2015年在吉林省推广应用450万亩，至2020年发展到1 852万亩①。2020年7月22日习近平总书记到吉林考察时，在梨树县现场调研时指出：“你们现在秸秆还田覆盖，摸索的这种梨树模式，值得深入地总结，然后向更大的面积去推广。”

（2）龙江模式。黑土地保护利用的“龙江模式”于2021年1月10日由《黑龙江日报》首次报道，其后韩晓增等[7]进一步阐述了“龙江模式”在解决黑土地保护利用中的核心方案。“龙江模式”是根据黑龙江省黑土地分布的地形地貌特点、气候特征、土壤类型和作物种植结构等要素，提出的因地制宜实施秸秆翻混、碎混和覆盖还田，有机肥深混培肥土壤和大豆参与的轮作及保护性耕作等措施，分区实施了“保育、培育、改良、保护、治理”的黑土地保护利用十字方针[7]。玉米秸秆和有机肥连续深混还田后土壤有机质含量分别增加了16.44%和12.4%[8]。连续3年玉米秸秆碎混还田后0—15 cm土层土壤有机质增加了6.81%[9]，而秸秆免耕覆盖仅增加了0—5 cm土层

① https://www.ndrc.gov.cn/fggz/dqjj/sdbk/202101/t20210129_1266504_ext.html.

土壤有机质[14]。黑龙江省2020年秸秆深混还田、碎混还田和覆盖还田的面积分别为2 166万亩、295万亩和1 330万亩，大豆参与的轮作面积为4 036万亩，施用有机肥2 000万吨。“龙江模式”中的黑土地保护利用技术模式累计实施了7 827万亩，占黑龙江省黑土地面积的50.2%。示范区土壤有机质提高了3.6%，旱田耕层平均达到了30.7 cm，恢复到了自然土壤中厚黑土层②的水平[7]。

2 东北黑土地保护利用试点项目成效

2.1 推动农业绿色生产

通过将农业生产中的畜禽粪污无害化处理后还田，在培肥土壤的同时减少了环境污染风险，通过化肥农药减少和发展有机农业等方式推动农业绿色发展。

*黑龙江省。*充分利用当地有机物料资源，创造性地将耕作层深松耕蓄水保肥、积造利用有机肥控污提质、控制土壤侵蚀固土保肥、科学施肥灌溉节肥节水、调整优化结构养地补肥等多项技术集成，推动了黑龙江省畜禽粪污资源化利用进程——有机肥施用量由2015年1 000万吨，增加到2018年的1 600万吨。随着东北黑土地保护利用试点项目的实施，项目区有机种植耕地面积已达6.9万亩，其中50.6%是项目实施后陆续取得的有机认证，共获取水稻、杂粮等作物有机种植认证19个。

*内蒙古自治区。*① 阿荣旗把黑土地保护利用与当地绿色高质量生产融合，将试点工作纳入全旗“112233”③发展思路布局，以供给侧改革、优化品种结构为突破口，以阿荣旗境内的3条国道周边为核心地区，建设现代农业示范带，重点发展沿线农业经济，积极联系发展订单农业实行订单生产，延伸大豆、高粱的产业链，促进产销衔接；同时，大力发展“三品一标”认证，利用追溯源、二维码技术等建立健全农产品信息监管体系，把黑土地保护利用示范区打造成绿色有机农产品生产加工输出基地。② 扎赉特旗把黑土地保护利用与当地优质水稻产业和甜叶菊产业结合，有力促进了当地特色产业的发展，增加了农民收入，提高了黑土地资源的利用效率。

2.2 构建完整的技术模式，为黑土地保护利用提供了有效途径

承担黑土地保护利用试点任务的黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区均通过项目实施，探索总结出了一批适用于本省份不同区域和土壤类型的“可推广、可复制、能落地”的黑土地保护利用技术模式。

*黑龙江省总结出了6套模式：*松嫩平原中东部中厚黑土和三江平原草甸土区的黑土层保育模式；侵蚀区薄层黑土和原生薄层黑土、暗棕壤等黑土层浅薄土壤类型耕地的黑土层培育模式；松嫩平原西部的保护性耕作模式；原生障碍型土壤（白浆土和黑钙土）的障碍性土层消减快速培肥模式；坡耕地控蚀增肥模式；水田的水稻秸秆还田增碳保肥模式。

*吉林省建立4套模式：*农家肥积造施用技术模式；玉米-大豆轮作模式；玉米秸秆粉碎翻压还田技术模式；秸秆还田水肥一体化模式。

*辽宁省探索出4套模式：*旱作区玉米-大豆轮作黑土保育技术模式；水田区黑土保育技术模式；旱田区秸秆还田深耕深松培肥技术模式；平原水田区保水保肥技术模式。

*内蒙古自治区提出7套模式：*大兴安岭北麓高寒旱作区麦-油轮作免耕秸秆覆盖还田技术模式；大兴安岭北麓麦-薯轮作免耕秸秆还田水肥一体化技术模式；大兴安岭南麓低洼易涝地玉米连作秸秆深混还田技术模式；大兴安岭南麓区丘陵漫岗坡耕地粮-豆轮作免耕秸秆覆盖还田技术模式；西辽河灌区玉米连作免耕秸

② 黑土层30 cm以上为中厚层黑土。
③ 10万亩粮改饲、10万亩土壤改良、20万亩绿色水稻、20万亩中草药、30万亩订单高粱、30万亩绿色有机大豆。

秆留高茬还田技术模式；西辽河灌区黑土地玉米连作养育培肥水肥双控技术模式；燕山丘陵旱作区坡耕地治理及杂粮-杂豆轮作培肥技术模式。

2.3 建立了完善的运行机制，为黑土地保护利用提供了保障

黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区通过建立省级统筹、县级负责、主体实施的工作机制，将黑土地保护上升为政府行为，细化到乡镇，分解到田块，压实到实施主体。建立主体参与、示范带动、连片推进的实施机制，依托种粮大户、家庭农场、专业合作社、龙头企业等新型农业经营主体和社会化服务组织实施黑土地保护利用试点项目，集中连片开展治理修复。建立了定期调度、督促检查、考核评估的监督机制，为黑土地保护利用取得显著效果提供了政策保障。

黑龙江省。黑土地保护利用示范区建设依托新型农业经营主体承担，项目实施期间共支持 187 家次农机合作社、家庭农场、种粮大户参与黑土地保护利用工作，服务面积达 171 万亩；对经营主体开展秸秆还田、施用以畜禽粪便和秸秆为原料的堆肥、深松深翻等给予农机作业补贴和物化补助。

吉林省。在 4 个试点县共有 112 家社会化服务组织参与黑土地保护利用试点项目各项技术措施的实施，每个项目区确定包保责任人，分片分户包保，保障各项工作任务和技术措施落到实处。

辽宁省。在采取竞争性遴选等方式，重点培育种植大户、家庭农场、专业合作社等新型经营主体，打造黑土地保护利用集中连片示范区，发挥规模化、标准化的示范引领作用，加快技术推广应用。

内蒙古自治区。通过项目实施，推动了土地向种粮大户、农机、种植合作社及家庭农场等新型农业经营主体流转，分散农户通过土地转让、入股、合作社代耕等方式参与黑土地保护利用项目区建设，促进了项目区生产经营规模化、社会服务专业化、全程作业机械化。

2.4 黑土地保护利用工作达到预定目标

据《国家黑土地保护工程实施方案（2021—2025 年）》介绍，经过 5 年东北黑土地保护利用试点项目的实施，黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区耕地质量提升 0.29 等级。在项目区，黑龙江省土壤有机质平均提高了 3.6%，旱田耕层平均厚度达到了 30.7 cm[7]；吉林省土壤有机质含量平均提高了 3.26%，耕层平均厚度达到 30.25 cm[11]；辽宁省耕地地力提高 0.5 个等级以上，土壤有机质含量平均提高 3.44%，旱地耕作层厚度增加到 32 cm，水田增加到 23 cm[12]。项目区内测土配方施肥技术覆盖率 100%。同时，多地项目管理部门正在与软件开发企业联合开发耕地质量大数据平台软件信息系统，探索建设吉林省耕地质量信息化平台，通过此平台实现耕地质量、土壤墒情、土壤肥力、施肥信息和苗情长势等全方位监测和信息集成。项目实施区通过实施秸秆翻压还田、堆沤还田，以及增施有机肥料等措施，粮食增产效果明显，耕地质量提升，实施主体参加该项目的积极性不断提高；问卷调查结果显示，实施主体对该项目实施效果满意度达到 100%。而且通过项目的带动作用，秸秆还田、深翻深耕、轮作等技术在黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区全面普及应用，转变了农民传统耕作习惯。

3 黑土地科学研究面临的挑战与建议

3.1 黑土地保护利用科学研究主要成果

通过对一系列黑土长期定位试验的系统研究，揭示了黑土肥力演变过程，黑土地垦殖后耕作土壤肥力演变的“两段论”为黑土地保护利用技术模式的提出提供了科学依据[13]。通过调查研究确定了东北黑土地垦殖时间节点，辽河平原、松嫩平原南部（北纬 45° 以南）、松嫩平原北部和三江平原的垦殖高峰分别约在 200 年、150 年、100 年和 60 年前[14]。通过空间换时间和自然土壤垦殖逆过程的研究方法，将

自然土壤垦殖过程分为两个过程：垦殖初期“激烈变化”过程的“激变”期和垦殖后期“微变”过程的“稳定”利用期。激变期约经历了30年，辽河平原和松嫩平原南部黑土土壤有机质含量在激变期内，每年以0.5%—2.6%速度下降，松嫩平原北部和三江平原每年以1.5%—2.6%速度下降[15]。激变期土壤有机质含量下降的数量和速度是无法阻控的，但是此时由于黑土表层有机质分解调整了作物生长需要的氮、磷和钾比例，土壤肥力得到短暂提高，有利于农业土壤的形成，对粮食产量影响不显著[1]。稳定利用期黑土有机质含量平均每年以0.1%左右的速度下降，有机质含量累计下降0.5个百分点则玉米产量下降15%以上[1,15]，此阶段土壤有机质的变化方向取决于农田管理方式。

通过实践，研究人员总结出了阻控黑土土壤有机质下降的技术途径。农牧结合农田循环生产可以阻控黑土层中有机质不下降或者略有提升。在农田设置单位面积内，将农产品80%的籽粒喂猪，秸秆垫圈与猪粪发酵制成有机肥循环到该面积的田块内[13]，35年的长期试验证明了在施用氮磷钾肥的基础上增施循环有机肥，土壤有机质含量比起始土壤增加了14.05%，平均每年增加217 mg/kg。在典型黑土区中部的定位试验研究表明，连续13年秸秆还田土壤有机质增加了19.5%[16]。以黑土层中0—35 cm土层为培育目标，首次提出了肥沃耕层理念，研发了肥沃耕层构建技术，即采用机械的方法将能够培肥土壤且无害化的农业生产废弃有机物深混与0—35 cm土层，形成一个深厚肥沃的耕作层[13]。经过培育的中厚黑土和草甸土耕作层深度由15—17 cm扩容至35 cm，薄层黑土土壤有机质含量提高9.1%以上，白浆土有机质提高了3.5 g/kg以上，> 0.25 mm水稳性团聚体增加2.7%，土壤速效磷增加4.3 mg/kg。

3.2 挑战与建议

（1）中厚层黑土保护。东北黑土地的显著特点是具有富含土壤有机质的黑色或者暗黑色的黑土层（A层），但是垦殖后频繁耕作扰动导致黑土层中有机质锐减，黑土层逐渐“变薄、变瘦”。在我国东北6种黑土地土壤类型中，垦殖时间较长的棕壤耕地已经失去了原始黑土层，白浆土和暗棕壤垦殖前自然土壤的黑土层比较薄，黑钙土由于黑土层中有机质减少已经导致土壤黑色变淡，草甸土黑土层厚度与中厚黑土相似且均在30 cm以上[14]。因此，科学上需要明确目前还存在黑土层的耕地，在现有农业管理方式下是否能够得到保持？人类活动驱动下的黑土层厚度变化过程需要进一步的剖析和预测。建议：集中科研力量研发中厚层黑土保育的原创性技术和以原创性技术为核心的技术模式，在北纬45°以北的黑土带上建立大于4×10^4 km^2黑土层保护区，实现中厚层黑土的永续利用。

（2）薄层黑土的肥沃耕层构建。我国东北黑土地和国际上同类地区耕地承载的保障粮食安全的重要性不同，东北黑土地在保障我国粮食安全中具有非常重要的战略地位。对于浅薄型黑土层的耕地，在现有耕作方式下是否能够通过新技术应用恢复至中厚黑土层的耕地？建议：在东北黑土区浅薄型黑土层的耕地上，研发肥沃耕层构建理论和原创性技术。研究浅薄型黑土层耕地的肥沃耕层理论、新技术、标准和应用模式是推动黑土地耕地地力提升和实现粮食高产稳产的核心。

（3）白浆土障碍消减与培肥。白浆土的白浆层质地黏重，有明显的淀积黏土膜，具有黏、瘦、硬、酸等特点，是典型的障碍层次。白浆土的黑土层浅薄、肥力较低，白浆层影响土壤中水、热、气的流通和养分释放及作物根系的生长发育，是东北黑土地中的低产土壤类型。针对白浆层障碍消减的技术研发，取得了包括心土培肥在内的一系列研究成果[17]，对白浆层障碍消减起到了显著作用，但是机械和成本限制了该项技术在白浆层障碍消减中的大面推广应用。建议：农业生产上急需研究可操作性强、成本低的白浆土障

碍消减与培肥技术模式。

（4）侵蚀区土壤控蚀增肥。① 水蚀。坡耕地水蚀分为面蚀和沟蚀，面蚀控制技术以固土保水为主，沟蚀控制技术以拦水截土为主，但是缺乏坡耕地整体排水系统的科学研究。相关的拦水截土技术均无法控制水不流动。因此，需要针对黑土地的特殊地形、地貌条件，因地制宜研发坡耕地区域排水技术，形成完善的排水系统。建议：亟待建立以黑土区坡耕地长坡为研究对象的水土流失长期观测场，重点研究坡耕地区域内系统降能排水技术和沟蚀控制技术；集中攻关坡耕地控制面蚀的新技术和新模式。② 风蚀。风蚀主要发生在东北黑土区的半干旱地区。建议：在区域内设立风蚀监测站点，形成监测网络，进行实时观测，对制定防风蚀技术对策和指导技术应用具有非常重要的科学价值。在此基础上，研究容忍风蚀量和风蚀土壤迁移及沉降规律，为风蚀控制技术研发提供科学数据和技术支撑。免耕秸秆覆盖技术必须解决防止秸秆被风吹失的技术问题，建立综合土壤防风蚀技术体系，提出可操作性强，能够应用的综合防风蚀模式。

4 黑土区现代农业发展展望

中国农业正处在由传统农业向现代农业转变的阶段；东北黑土区由于土地连片、规模化经营面积大，农业现代化排在全国前列。在东北黑土区未来现代农业发展中，建议构建农业社会化服务新机制，大力培育发展多元服务主体，鼓励搭建区域性农业社会化服务综合平台，积极推行技术承包、全程托管等服务，促进黑土地保护先进适用技术到田到户。同时，充分利用多渠道培训资源，加大专业大户、家庭农场及相关经营主体培训力度，提高他们的生产技能和经营管理水平，全面提高农业科技进步贡献率。推进农业绿色发展，以黑土地保护利用为契机，突出加强耕地等重要农业资源保护，进一步扩大轮作面积，降低农业资源利用强度；大力发展有机农业，打造具有高附加值的农产品。

参考文献

1 韩晓增, 李娜. 中国东北黑土地研究进展与展望. 地理科学, 2018, 38(7): 1032-1041.

2 辛景树, 汪景宽, 薛彦东. 东北黑土区耕地质量评价. 北京: 中国农业出版社, 2017.

3 韩长赋. 加强东北黑土地保护 推进农业绿色发展. 人民日报, 2018-02-05(07).

4 宋文芳, 孟寒. 让“梨树模式”走向世界. 科技创新与品牌, 2016, (11): 62-63.

5 关义新. 东北黑土保护与利用的“梨树模式”. 中国农村科技, 2021, (4): 18-21.

6 李保国, 王祥, 王影, 等. 梨树模式呵护“耕地中的大熊猫”. 中国自然资源报, 2021-05-18(06).

7 韩晓增, 邹文秀, 严君, 等. 黑龙江省打造黑土地保护利用的“龙江模式”. 中国农村科技, 2021, (4): 25-27.

8 邹文秀, 郇琛, 韩晓增, 等. 长期施用有机肥对黑土土壤肥力和玉米产量的影响. 土壤与作物, 2020, 9(4): 407-418.

9 邹文秀, 韩晓增, 陆欣春, 等. 玉米秸秆混合还田深度对土壤有机质及养分含量的影响. 土壤与作物, 2018, 7(2): 139-147.

10 孙冰洁, 贾淑霞, 张晓平, 等. 耕作方式对黑土表层土壤微生物生物量碳的影响. 应用生态学报, 2015, 26(1): 101-107.

11 李德忠, 张环宇, 李会民, 等. 吉林省黑土地保护主要耕作技术及推广机制研究. 吉林农业, 2019, (4): 67.

12 徐志强. 辽宁省黑土地保护利用现状及对策. 农业科技与装备, 2020, (1): 71-73.

13 韩晓增, 邹文秀, 严君, 等. 农田生态学和长期试验示范引领黑土地保护和农业可持续发展. 中国科学院院刊, 2019, 34(3): 362-370.

14 韩晓增, 邹文秀. 东北黑土地保护利用研究足迹与科技研发展望. 土壤学报, 2021: 1-19. DOI:10.11766/

trxb202102280114.

15 韩晓增, 邹文秀. 我国东北黑土地保护与肥力提升的成效与建议. 中国科学院院刊, 2018, 33(2): 206-212.

16 Hao X X, Han X Z, Zou W X, et al. Changes in soil organic carbon and its fractions after 13 years of continuous straw return in a soybean-maize cropping system. Applied Ecology and Environmental Research, 2020, 18(6): 8267-8284.

17 赵德林, 王政本. 黑龙江合江专区改造白浆土的经验. 土壤通报, 1961, (5): 54-57.

Main Achievements, Challenges, and Recommendations of Black Soil Conservation and Utilization in China

HAN Xiaozeng[1] ZOU Wenxiu[1*] YANG Fan[2]

(1 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin 150081, China;

2 Cultivated Land Quality Monitoring and Protection Center, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100125, China)

Abstract The conservation and utilization of black soil have achieved remarkable results under effective measures and active promotion taken by different departments in China. At present, the conservation and utilization of black soil have been upgraded to national strategy and incorporated into related planning and outline, major scientific advances have been achieved. The black soil conservation and utilization have also been listed into the important governmental schedules in Heilongjiang Province, Jilin Province, Liaoning Province, and Inner Mongolia Autonomous Region in Northeast China. The promotional mechanisms of black soil conservation and utilization have been established, approaches of black soil conservation and utilization have been proposed according to the local conditions, Lishu model and Longjiang model were established, soil fertility of six soil types in black soil has been enhanced, mass satisfaction has reached 100% according to the questionnaire survey, social and public participation awareness has been significantly improved. Additionally, black soil conservation and utilization could rely on related regulations and specifications under continuous improvement, and will rely on related national law in the future. Nevertheless, there are still a range of problems to be solved for further work in black soil conservation and utilization, such as whether the thick black soil layer can be maintained under current practices, whether soil with thin black soil layer can restore to soil with thick black soil layer by the technology innovation, how to simultaneously realize obstacle abatement and soil fertilization of albic soil with low input, and what are the threshold values of wind erosion and run off in black soil zone. In the future, black soil conservation and utilization should focused on strengthening top-level design, playing a full guiding role of *Outline of the Northeast Black Soil Conservation (2017–2030)* and *Implementation Programme of National Black Soil Conservation Project (2021–2025)*, establishing black soil conservation zone in the north of black soil zone (N 45°) with area of more than 4×10^4 km^2 in order to reach the objective of black soil sustainable utilization, breaking through technical bottlenecks of constructing fertile cultivated layer for soil with thin black soil layer in order to realize improvement in black soil fertility and enhance the crop yield, building field observation stations with long slope in sloping arable areas focused on drainage technology with low energy and controlling groove erosion, setting up soil wind erosion monitor network in order to provide important reference for developing technology of controlling wind erosion.

Keywords black soil conservation project, conservation on black soil layer, construction of fertile cultivated layer, controlling erosion and enhancing soil fertility, Lishu model, Longjiang model

*Corresponding author



韩晓增 中国科学院东北地理与农业生态研究所研究员。长期从事我国东北地区土壤与耕作栽培方面研究，先后在大豆重迎茬减产机理和控制技术、土壤耕作与培肥、东北典型农田生态系统结构功能和黑土地保护利用等方面取得了一系列重要研究成果，研发了多套关键技术和技术模式，促进了东北地区农业可持续发展。农业农村部耕地质量建设专家指导组副组长，黑龙江省黑土地保护专家组组长，中国科学院海伦农业生态实验站原站长，*Pedosphere* 等6个科技期刊编委。近5年以第一完成人获得吉林省和黑龙江省自然科学奖一等奖各1项，黑龙江省科技进步奖一等奖1项。以第一作者撰写专著7部，获得授权专利11项。E-mail: xzhan@iga.ac.cn

HAN Xiaozeng Professor in Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences (CAS). He mainly focuses on the research of soil and cultivation in Northeast China. He has achieved a series of research achievements in the mechanism of yield decrease while continuously planting soybean and the corresponding techniques to control the yield decrease, soil cultivation, the structure and function of agro-ecosystem and black soil conservation in Northeast China. He also developed several critical techniques and technique patterns, which has promoted the sustainable development of agriculture in Northeast China. Currently he works as deputy director for the Committee of Arable Quality Construction in Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China. He is also the group leader of black soil conservation and utilization in Heilongjiang Province, the former director of Hailun Agro-ecosystem Experimental Station and Editor for six journals including *Pedosphere*. In past five years, he received the first prize of Natural Science Award in Heilongjiang Province and Jilin Province, respectively, the first prize of Science and Technology Progress Award in Heilongjiang Province as the top winner in the list. Up to now, He has published seven monographs as first author, and eleven patents has been authorized. E-mail: xzhan@iga.ac.cn



邹文秀 中国科学院东北地理与农业生态研究所研究员。主要从事黑土地保护利用、土壤耕作与作物栽培等方面的研究，具体研究方向为黑土肥力定向培育与调控机制、土壤结构改良与快速培肥、耕作栽培模式优化、黑土耕地地力提升和粮食产能增效等。中国土壤学会理事，中国植物与肥料营养学会养分循环与环境专业委员会副主任，国家大豆产业技术体系海伦综合试验站站长，黑龙江省黑土地保护专家组成员。近5年以第一完成人获得黑龙江省科技进步奖一等奖1项，以第二完成人获得吉林省自然科学奖一等奖和黑龙江省科技进步奖一等奖各1项。以第一作者/通讯作者发表SCI论文14篇。E-mail: zouwenxiu@iga.ac.cn

ZOU Wenxiu Professor in Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences (CAS). She mainly focuses on the research of black soil conservation and utilization, soil tillage and crop cultivation. She has achieved a series of research achievements in the directed cultivation and regulation process of black soil fertility, the soil structure improvement and fast fertilization, optimization of soil tillage and crop cultivation patterns, above results paly an important role on the increase of soil fertility and crop yield. She is the member of Soil Science Society of China, deputy director of professional committee of nutrient cycle and environment in Chinese Society of Plant Nutrition and Fertilizer Sciences, director of Hailun Experimental Station in Soybean in China Agriculture Research System, member of black soil conservation and utilization expert group in Heilongjiang Province. In past five years, she received one first prize of Science and Technology Progress Award in Heilongjiang Province at the top of the list, one first prize of Natural Science Award in Jilin Province, and one first prize of Science and Technology Progress Award in Heilongjiang Province at the second of the list. She has published 14 SCI indexed papers as the first author and corresponding author. E-mail: zouwenxiu@iga.ac.cn

■责任编辑：张帆